

Die unbegrenzten Einsatzmöglichkeiten von 3D-Modellierern

W. Kaiser
Bauhaus-Universität Weimar
Fakultät Medien
Lehrstuhl Graphische Datenverarbeitung
eMail: wkaiser@dracula.informatik.uni-weimar.de

Einleitung

CAD-Systeme sind seit einem viertel Jahrhundert im Einsatz. In den 70-ziger und 80-ziger Jahren waren besonders die Elektronik und der Maschinen- und Fahrzeugbau Hauptanwender. Die ehemals spezialisierten, branchentypischen Systeme sind heute Dank leistungsfähiger und preiswerter Rechnersysteme und den Fortschritten auf dem Gebiet der Computergraphik zu universell einsetzbaren 3D-Entwurfs- und Modellier-Systemen herangewachsen. Dennoch werden Sie in den verschiedenen Fachdisziplinen unterschiedlich intensiv und bei weitem nicht selbstverständlich genutzt, ihr Einsatz mit Argumenten wie zu komplex, nicht kreativ oder nicht fachspezifisch genug abgelehnt. Architektur, Kunst und Design u.a. Disziplinen haben hier ausreichend großen Nachholebedarf, ungeachtet dessen, daß in der universitären Ausbildung 3D-Modellier-Systeme einen festen, wenn auch nicht immer obligatorischen Platz einnehmen. Pilotlösungen wie Cluny III [M. Koob, H. Cramer Architektur als Vision Edition Brauns], die Modellierung der Frauenkirche Dresden (IBM CeBIT 1994), des Petersdomes zu Rom (SGI CeBIT 1996) und des Berliner Zentrums (Siemens CeBIT 1996) zeigen die potentiellen Möglichkeiten, die mit dem heutigen Stand der Technik möglich sind. Im alltäglichen Leben sind die betrachteten Objekte selten so komplex, daß mit der heute üblichen Technik nicht akzeptable Ergebnisse bei vertretbarem Aufwand erzielt werden könnten.

Die Nutzung von 3D-Modellierern in den gestaltenden Disziplinen wird in nächster Zukunft schon aus Wettbewerbsgründen zwingend notwendig und so selbstverständlich wie die Anwendung der klassischen Standardapplikationen Textverarbeitung ... sein. Es ist Anliegen dieses Beitrags, diese Entwicklung zu beflügeln und durch verschiedene Filmsequenzen die Aufmerksamkeit auf diese Werkzeuge zu lenken.

3D-Modellierer zu komplex?

In der Tat besitzen 3D-Modellierer einen großen Funktionsumfang. Aus diesem Funktionsumfang resultiert jedoch ihre universelle Anwendbarkeit. Spezifische Anwendungsgebiete greifen auf der anderen Seite meist auf ein beschränktes Funktionsspektrum zu, so daß nach relativ kurzer Einarbeitungszeit sichtbare Erfolge zu erzielen sind. Eine nutzerspezifisch generierbare, intuitiv handhabbare Oberfläche und nutzerspezifisch strukturierbare Funktionsgruppen senken die Einarbeitungszeit drastisch und ermöglicht außerdem ein sehr effektives Modellieren. Der Aufwand für eine exzellente Beherrschung eines Werkzeuges kann aber auch bei hervorragender Oberfläche nicht auf Null gesenkt werden. Der jederzeitige Zugriff auf die Online-Dokumentation macht auch

relativ selten benutzte Funktionalitäten handhabbar. Verständlich sind auch die anfänglichen Orientierungsprobleme - wo ist denn die erforderliche Funktion? Aber tritt dieses Problem nicht auch auf, wenn die Lieblingsapplikation beim nächsten Update mit völlig veränderter Oberfläche erscheint? Wie oft wird dabei an der falschen Stelle des Bildschirms gesucht! Übung macht den Meister und ohne Fleiß ist eben auch hier kein Preis zu gewinnen.

Die Komplexität ist beim näheren Hinsehen jedoch nicht größer als die anderer Applikationen. Verglichen mit traditionellen 2D-CAD-Systemen ist der Entwurfsprozess einfacher und effektiver. Die 2D-Ansichten Grundriß, Aufriß und Seitenriß fallen automatisch an. Die Qualität der Entwürfe steigt, Bemaßungsfehler werden unmittelbar sichtbar und nicht erst in der Herstellungsphase.

Universelle Anwendbarkeit

Das Funktionsspektrum leistungsfähiger 3D-Modellierer ist die Grundlage für ihren universellen Einsatz. Sie haben sich einen festen Platz im Produktdesign, der Film- und Werbebranche, im Bereich Computerspiele und in vielen anderen Fachdisziplinen erobert. Sie werden zum Entwurf von Gebäuden und Bauwerken, von Fahrzeugen, Gebrauchsgegenständen, Fabelwesen, künstlichen Welten ... eingesetzt. Mit ihnen moduliert man Pflanzen, Insekten, Bäume, menschliche und tierische Organe, oder läßt zerstörte oder verschollenen Kulturgüter wieder 'erstehen'. Die Aufzählung könnte beliebig fortgesetzt werden.

Unendliche Gestaltungsmöglichkeiten

Drei unerschöpfliche Quellen stehen für Gestaltungszwecke bei modernen 3D-Modellierern zur Verfügung. Dies sind:

1. die Formenvielfalt generierter Objekte,
2. der Umfang des verfügbaren Farbraumes einschließlich vorhandener Texturen und
3. die verfügbaren Beleuchtungsmodelle und unterschiedlichen Lichtquellen.

Verblüffend ist die unendliche Formenvielfalt, die mit NURBS-basierten 3D-Modellierern mit einer Hand voll graphischer Primitiven - Kugel, Zylinder, Konus, Würfel, Kreis und Fläche (plane), einem Kurvenmodul, einem Oberflächenmodul und eventuell einem Polygongenerator und zugehörigen Editoren erzeugt werden kann. Über nicht proportionale Skalierung entstehen aus den Primitiven Rotationsellipsoide, Quader, Stangen, Platten etc. Der Zugriff auf die Basiselemente (Kontrollpunkte) der Splines gestattet die lokale Deformation dieser Objekte. Über diesen Weg ist im Prinzip -zwar mit erheblichem Aufwand - aus einer Kugel ein Kopf zu modellieren. Leistungsfähige Schnitt- und/oder Projektionsmodule berechnen Durchdringungs- oder Projektionskurven, die als Randbegrenzungen zum Beschneiden oder Ausschneiden von Flächenstücken benutzt werden können. Kurven können außerdem direkt auf Oberflächen 'gezeichnet' werden. Unendlich ist auch die Zahl der mit Kurven erzeugbaren Oberflächenformen. Kurven sind der Ausgangspunkt für die Erzeugung rotationssymmetrischer Objekte, für extrudierte Oberflächen, zwei bis n-seitig begrenzte Oberflächen, Netzwerken von Kurven etc. Mit Kurven ersten Grades können Kurvenpunkte durch stückweise lineare Segmente verbunden werden. Die Anwendung auf die Primitive Zylinder erzeugt prismatische Objekte. Aus sich durchdringenden Objekten sind mittels der Boole'schen Operationen Differenz, Vereinigung und Schnittmenge weitere immer kompliziertere Objekte zu generieren. Da alle diese

Möglichkeiten beliebig kombiniert werden können, sind der Kreativität keine Grenzen gesetzt, solange ausreichend Arbeitsspeicher zur Verfügung steht.

Intuitiv handhabbare Farbeditoren, der Zugriff auf vordefinierte Texturen, ihre große Verschachtelungstiefe und die Einbindung externer Bibliotheken bilden die Basis für ein großes Experimentierfeld. Mit mehrschichtigen Shadern (layerd shaders) sind kunstvolle Oberflächenstrukturen erzeugbar. Die Verwendung eingescannter Bilder als Texturen verleiht den Objekten oder Szenen realistisches Aussehen und dient in vielen Fällen auch zur Minimierung des Modellumfanges.

Ein weiteres nicht triviales Feld ist die Beleuchtung der Szene. Mit diversen Lichtquellen - ambienten, gerichteten, Spot- , punktförmigen, linearen, flächen- und volumenhaften, und den unterschiedlichen Beleuchtungsmodellen kann mit Reflexion, Transparenz, Transluzenz und Schatten experimentiert werden. Zur Beurteilung von Oberflächen- und Farbgestaltung und der Wirkung der Beleuchtung sind nach jeder Parameteränderung stets Bilder zu berechnen. Je nach Objektumfang dauert der Renderprozeß von Minuten bis zu mehreren Stunden. Im Gegensatz dazu sind Änderungen am Modell oft am Drahtmodell zu beurteilen.

Gebäudemodellierung

Gebäude sind sehr effektiv mit 3D-Modelliersystemen zu entwerfen oder zu modellieren. Der Ablauf ist vergleichbar mit dem Bau eines Spielzeughauses aus Bauklötzern. Der geringe Aufwand ermöglicht den Variantenentwurf, wobei die Ergebnisse unmittelbar betrachtbar sind. Schon vor der Errichtung eines Gebäudes kann durch Einbeziehung der realen Umgebung das zukünftige Erscheinungsbild dargestellt und beurteilt werden.

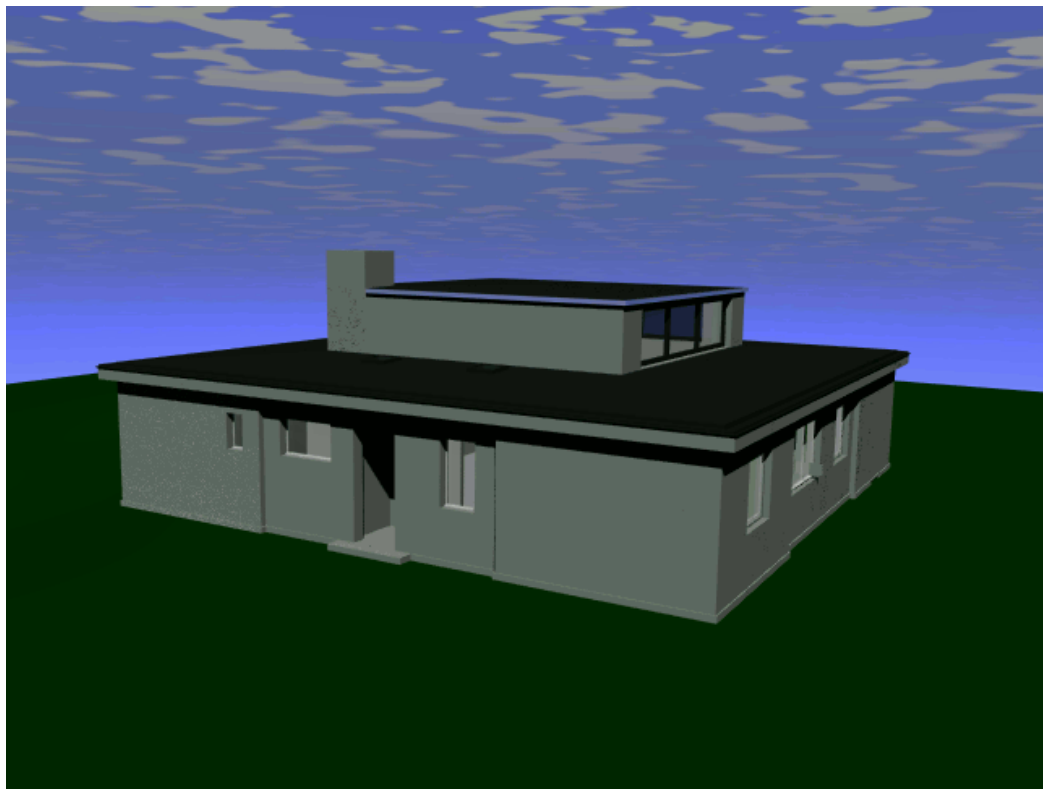


Abb.: 1 Gerenderte Nordwestansicht des Hauses am Horn 61 in Weimar

Auf der Basis der Modelldaten ist die Darstellung beliebiger Details, die Visualisierung aus unterschiedlichsten Perspektiven oder bei unterschiedlichen Beleuchtungssituationen möglich. Damit wird eine wesentlich größere Aussagekraft als mit einem konventionellen Modell erreicht. Das konventionelle Modell wird, ähnlich wie der Rechenschieber in den ingenieurtechnischen Disziplinen, durch den Rechner verdrängt. Es ist nur eine Frage der Zeit, daß mit allgemein verfügbarer Rechentechnik um oder durch das Modell interaktiv in Echtzeit gewandert werden kann. Mit PC's und Workstations ist dies gegenwärtig nur über die Berechnung von Bildsequenzen entlang vorgegebener Pfade und ihre Ausgabe als Video möglich.

Abbildung 1 zeigt eine gerenderte Perspektivansicht (Nordwestansicht) des Hauses am Horn 61 in Weimar entsprechend den Bauplänen von 1923. Abbildung 2 zeigt das zugehörige Drahtmodell aus gleicher Blickrichtung.

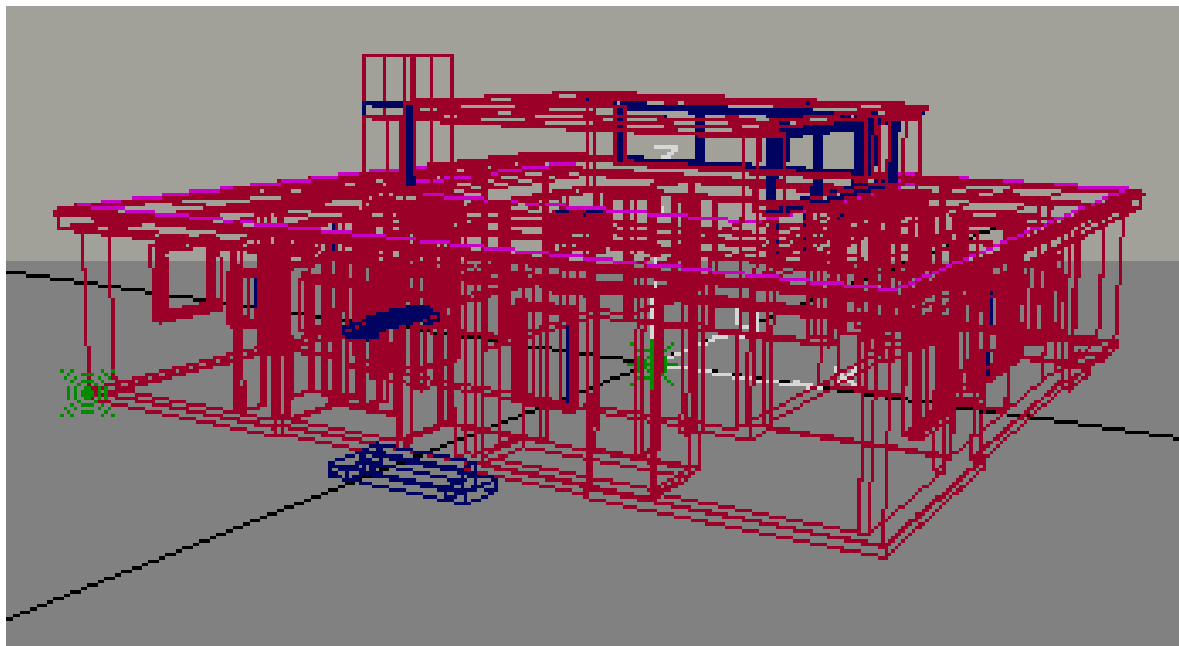


Abb.: 2 Drahtmodell des Hauses am Horn 61 in Weimar aus nordwestlicher Blickrichtung

Modelliert wurde nach dem Grundsatz der maximalen Detailtreue. Im Laufe des Modellierprozesses mußten deshalb mehrfach notwendige Maße am Bauwerk ermittelt werden. An diesem Modell kann sehr anschaulich der sehr geringe Funktionsumfang demonstriert werden, der zur Modellierung von Gebäuden, unabhängig von deren Größe!, notwendig ist. Die graphische Primitive Würfel im Zusammenhang mit der nichtproportionalen Skalierung und der Positionierung wurde zur Generierung von Wänden, Decken etc. benutzt. Fenster-, Tür- und Deckendurchbrüche sind mit der Funktion Boole'sche Differenz erzeugt, die betroffenen Objektteile zuvor in das dafür notwendige Datenformat gewandelt worden. Die Dachflächen, d.h. deren Umrandungen wurden als geschlossener Polygonzug (polyline) modelliert und danach als Randkurve in einem Oberflächenmodul verwendet. Alternativ könnte das Dach auch durch Schnitt eines Quaders mit einer entsprechend geneigten Fläche erfolgen. Zuletzt wurden den Flächen Shader zugewiesen und das Modell gerendert. Der Datensatz des Originalhauses wurde entsprechend den bis heute durchgeführten Um- und Ausbauten schrittweise modifiziert.

Produktdesign

Die kurzen Innovationszyklen der Produkte, die sinkenden Losgrößen, die gestiegenen Qualitätsanforderungen an das Design und der Zwang, kurzfristig auf Kundenwünsche zu reagieren, bedingen den Einsatz hocheffektiver Werkzeuge. Desweiteren ist ein kurzer Weg bis zum Prototyp gefordert, was durch die Ausgabe der Modelldaten im Format von Stereolithographieanlagen möglich ist. Im Produktdesign kann die Leistungsstärke des 3D-Modellierers voll ausgespielt werden. Basisanimationstechnologien erzeugen Filmsequenzen, die das Objekt rotierend um eine seiner Achsen darstellen, oder den Kameraflug um das Objekt simulieren. Bei entsprechender Hintergrundgestaltung der Szene sind die Bilder auch für Werbezwecke unmittelbar verwendbar.

Schlußbemerkungen

Bildfolgen verschiedener Modelle sind unter <http://www.uni-weimar.de/animations> zu finden. Die Modelle wurden mit Alias Studio V7.0 von Alias/Wavefront in einem allgemein zugänglichen CIP-Pool (Indy-Rechnern mit dem Betriebssystem IRIX 5.2 und 60 Mbyte Arbeitsspeicher) erstellt. Der Modellierer läuft als Client-Server Applikation. Aufgrund der allgemeinen Zugänglichkeit auch durch Remote Login, wegen laufender Prozesse früherer Nutzer, z.B. laufende Renderer, ist eine Leistungseinschätzung nicht möglich. Leistungsmindernd machten sich das Netz und die begrenzte Kapazität des File-Servers bemerkbar. Bei starkem Verkehr auf dem Netz treten ermüdend lange Reaktionszeiten und verstärkt Fehlergebnisse besonders bei Boole'schen Operationen auf. Ungenügender virtueller Speicher war häufig die Ursache für den vorzeitigen Abbruch des Renderers. Im professionellen Einsatz sollte deshalb der Modellierer lokal installiert, der Rechner mit maximal möglichem Arbeitsspeicher und ausreichend Plattenspeicher ausgerüstet sein, denn schon nach kurzer Einarbeitungszeit können Modelle extrem großen Datenumfanges erstellt werden.